

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-289814

(43)Date of publication of application : 27.10.1998

(51)Int.Cl.

H01F 1/08
B22F 1/00
C22C 38/00

(21)Application number : 09-097779

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 15.04.1997

(72)Inventor : KITAZAWA ATSUNORI

(54) ANISOTROPIC BONDED MAGNET

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To raise the filling rate of an anisotropic bonded magnet and moreover, to realize the enhancement of the orientational property of the magnet by a method wherein specified wt.% of magnet powder, which satisfies the specified relation between the sizes of a mean crystal grain diameter and a particle diameter, exists and specified wt.% of magnet powder, which satisfies the specified relation between the sizes of a mean crystal grain diameter and a particle diameter, exists.

SOLUTION: Letting the mean grain diameter of magnet powder be denoted by D and the particle diameter of the magnet powder be denoted by d, 50 wt.% or higher to 80 wt.% or lower of magnet powder, which satisfies the relation of $0.5 D \leq d \leq 1.5 D$, exists and 5 wt.% or higher to 20 wt.% or lower of magnet powder, which satisfies the relation of $0.01 D \leq d \leq 0.1 D$, exists. In a powder particle diameter which is 1.5 times wider than the mean crystal grain diameter, the orientation of the powder can not be fully performed. Moreover, in a powder particle diameter of 1.2 D or narrower, the powder particle diameter is roughly equal with the mean grain diameter and the direction of easy magnetization of an anisotropic bonded magnet is uniquely determined. When one powder is divided into two, the packing density of the magnet, which was 100% in packing density before the division, is reduced after the division because a gap is surely generated between the two powders. Accordingly, the lower limit of the powder particle diameter is also limited and a powder particle diameter of 0.5 D or wider is better.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-289814

(43) 公開日 平成10年(1998)10月27日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 1 F 1/08

H 0 1 F 1/08

A

B 2 2 F 1/00

B 2 2 F 1/00

Y

C 2 2 C 38/00

3 0 3

C 2 2 C 38/00

3 0 3 D

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平9-97779

(22) 出願日

平成9年(1997)4月15日

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 北澤 淳憲

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

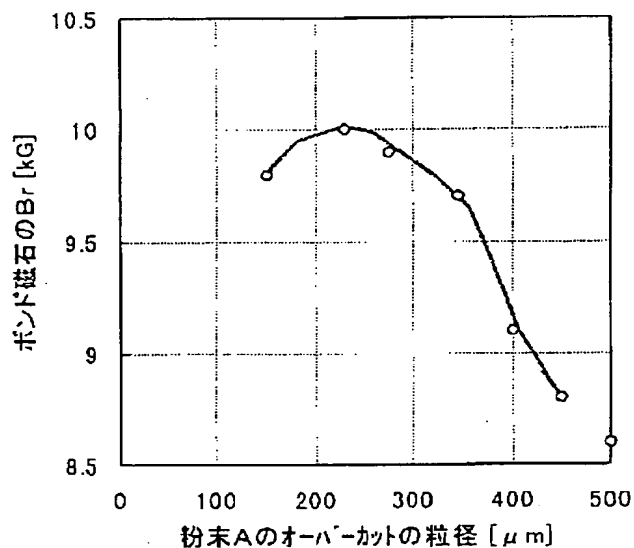
(74) 代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外2名)

(54) 【発明の名称】 異方性ボンド磁石

(57) 【要約】

【課題】 充填率を向上し、しかも、配向を向上させることができる異方性ボンド磁石を提供する。

【解決手段】 本発明の異方性ボンド磁石は、磁石粉末の粉末粒径を結晶粒径を目安として、大きく2つの粉末領域に限定した。この限定により、大粒径の粉末の配向方向を乱すことなく、大粒径の粉末の空隙に小粒径の粉末を配置することが可能となり、その結果、充填率と配向の両方の向上を同時に達成する異方性ボンド磁石が得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁石粉末の平均結晶粒径をDとし、前記磁石粉末の粒径をdとしたとき、 $0.5D \leq d \leq 1.5D$ の関係を満たす前記磁石粉末が50重量%以上80重量%以下存在し、かつ $0.01D \leq d \leq 0.1D$ の関係を満たす前記磁石粉末が5重量%以上20重量%以下存在することを特徴とする異方性ボンド磁石。

【請求項2】 磁石粉末の平均結晶粒径をDとし、前記磁石粉末の粒径をdとしたとき、 $0.5D \leq d \leq 1.2D$ の関係を満たす前記磁石粉末が50重量%以上80重量%以下存在し、かつ $0.01D \leq d \leq 0.1D$ の関係を満たす前記磁石粉末が5重量%以上20重量%以下存在することを特徴とする異方性ボンド磁石。

【請求項3】 磁石粉末の平均結晶粒径をDとし、前記磁石粉末の粒径をdとしたとき、 $0.5D \leq d \leq 1.2D$ の関係を満たす前記磁石粉末が50重量%以上80重量%以下存在し、かつ $0.04D \leq d \leq 0.1D$ の関係を満たす前記磁石粉末が5重量%以上20重量%以下存在することを特徴とする異方性ボンド磁石。

【請求項4】 磁石粉末の平均結晶粒径をDとし、前記磁石粉末の粒径をdとしたとき、 $0.5D \leq d \leq 1.2D$ の関係を満たす前記磁石粉末が70重量%以上80重量%以下存在し、かつ $0.04D \leq d \leq 0.1D$ の関係を満たす前記磁石粉末が5重量%以上20重量%以下存在することを特徴とする異方性ボンド磁石。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は異方性ボンド磁石に関するものである。

【0002】

【従来の技術】ボンド磁石は磁石粉末と樹脂を結合させたものであり、特に磁石粉末を磁場により配向したものが異方性ボンド磁石である。従来、異方性ボンド磁石を高性能化させるために以下のような方法が採用されていた。

【0003】(1) 磁石粉末の磁気性能の高性能化

(2) 磁石粉末の充填率の向上

(3) 樹脂の改善による磁石粉末の配向の向上

(4) 磁場配向方法の改善による磁石粉末の配向の向上

(1)は $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ 系、 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 系磁石や $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_x$ 系などに代表される希土類磁石粉末の発見などが挙げられる。また、(2)では磁石粉末の粒度分布を調整し、粒径をブロードに分布させたり、二山分布といわれている粒径の異なる粉末を混合していた。(3)は樹脂の粘性を低下させ、磁石粉末の磁場に対する回転を容易にさせていた。また、(4)は磁石粉末を成形前に予め高磁場で着磁し、磁石粉末を磁化して、磁場に対する応答を向上させていた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の

ような異方性ボンド磁石は次のような課題を有していた。

【0005】磁石粉末の充填率は、磁石粉末の形状に大きく影響を受け、磁石粉末の容易磁化方向が必ずしも、磁場印加方向に平行に向くわけではない。また、配向を向上させるために、容易磁化方向を印加磁場方向にできるだけ向けようとする充てん率が低下するという問題を有していた。すなわち、充てん率が最も向上する磁石粉末の配置とすべて磁石粉末が容易磁化方向に向く配置は等しくなく、両者を両立させて、ボンド磁石の高性能化を実現することが困難であった。

【0006】そこで、磁石の充てん率を向上し、しかも同時に、磁石粉末の配向を向上させることを実現し、本発明に至った。

【0007】すなわち、本発明の目的は磁石粉末の粒径を限定することにより充てん率も向上し、しかも配向性も向上する異方性ボンド磁石を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】このような目的は、下記の(1)～(4)の本発明により達成される。

【0009】(1) 磁石粉末の平均結晶粒径をDとし、前記磁石粉末の粒径をdとしたとき、 $0.5D \leq d \leq 1.5D$ の関係を満たす前記磁石粉末が50重量%以上80重量%以下存在し、かつ $0.01D \leq d \leq 0.1D$ の関係を満たす前記磁石粉末が5重量%以上20重量%以下存在することを特徴とする異方性ボンド磁石。

【0010】(2) 磁石粉末の平均結晶粒径をDとし、前記磁石粉末の粒径をdとしたとき、 $0.5D \leq d \leq 1.2D$ の関係を満たす前記磁石粉末が50重量%以上80重量%以下存在し、かつ $0.01D \leq d \leq 0.1D$ の関係を満たす前記磁石粉末が5重量%以上20重量%以下存在することを特徴とする異方性ボンド磁石。

【0011】(3) 磁石粉末の平均結晶粒径をDとし、前記磁石粉末の粒径をdとしたとき、 $0.5D \leq d \leq 1.2D$ の関係を満たす前記磁石粉末が50重量%以上80重量%以下存在し、かつ $0.04D \leq d \leq 0.1D$ の関係を満たす前記磁石粉末が5重量%以上20重量%以下存在することを特徴とする異方性ボンド磁石。

【0012】(4) 磁石粉末の平均結晶粒径をDとし、前記磁石粉末の粒径をdとしたとき、 $0.5D \leq d \leq 1.2D$ の関係を満たす前記磁石粉末が70重量%以上80重量%以下存在し、かつ $0.04D \leq d \leq 0.1D$ の関係を満たす前記磁石粉末が5重量%以上20重量%以下存在することを特徴とする異方性ボンド磁石。

【0013】

【発明の実施の形態】以下に本発明の異方性ボンド磁石について詳細に説明する。

【0014】本発明の異方性ボンド磁石は磁石粉末の種類や樹脂の種類には全く限定されない。

【0015】磁石粉末としては例えば、以下のようなも

のが挙げられる。

【0016】(1) Smを主とする希土類元素と、Coを主とする遷移金属とを基本成分とするもの(以下、Sm-Co系と言う)。

【0017】(2) R(ただし、Rはイットリウムを含む希土類元素のうち少なくとも一種)とFeを主とする遷移金属と、Bとを基本成分とするもの(以下、R-Fe-B系と言う)。

【0018】(3) Smを主とする希土類元素と、Feを主とする遷移金属と、Nを主とする格子間元素とを基本成分とするもの(以下、Sm-Fe-N系と言う)。また、この系はNの他にCやHを用いることも可能である。

【0019】Sm-Co系の代表的なものとしては、SmCo₅、Sm₂Tm₁₇(ただし、Tmは遷移金属)やSmの一部を他の希土類元素で置換したものが挙げられる。

【0020】R-Fe-B系の代表的なものとしては、Nd₂Fe₁₄B系があり、希土類元素の一部を他の希土類元素で置換したものや、Feの一部をCo、Ni等の他の遷移金属で置換したものが挙げられる。

【0021】Sm-Fe-N系の代表的なものとしてはSm₂Fe₁₇N_X系(2≤X≤5)やNの代わりまたはNとともにCやHを用いたものなどが挙げられる。また、Smの一部を他の希土類元素で置換したものやFeの一部をCoなどで置換したものが挙げられる。

【0022】前記希土類元素としては、Y、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、ミッシュメタルが挙げられる。前記遷移金属としては、Fe、Co、Ni等が挙げられる。さらに、磁気特性などの向上を目的に、必要に応じてB、Al、Mo、Cu、Ga、Si、Ti、Ta、Zr、Hf、Ag、Znなどを添加することもできる。

【0023】樹脂としては大きく熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂があり、さらには樹脂ではなくZnなどの融点の低い金属を用いたものもあり、樹脂等の種類にも特に限定されない。

【0024】次に本発明の結晶粒径および粉末粒径について説明する。本発明で使用している平均結晶粒径とは次のようなものである。結晶粒は形状や粒子の大きさは磁石粉末の種類または同じ磁石のなかでも、ある分布をもっている。そこで、一つの結晶粒のなかで最も長さの長い部分をその結晶粒の粒径と定義した。また、平均結晶粒径は任意に選び出した100個の結晶粒の粒径の平均値で定義した。

【0025】結晶粒径の測定方法としては、粉碎する前の磁石合金を、組織観察などで用いる熱硬化性樹脂等に埋め込み、研磨機等を用いて研磨し、研磨面を電子顕微鏡などにより観察し、画像解析などの方法により、結晶

粒の最大粒径を求める。ここで、樹脂の埋め込み方法や研磨の度合いに、また結晶粒の向きによって実際の最大結晶粒径とは違う場合があるが、統計的に100個の平均をとることにより、この違いは相殺されている。

【0026】次に、磁石粉末の大きさについて説明する。ボンド磁石は磁石合金を粉末に粉碎することが多く、粉碎された粉末は粉碎方法などにより、形状が大きく異なる。したがって、結晶粒径同様、粉末粒径の定義は難しい。本発明の限定はある粉末粒径の範囲にある重量%を規定している。具体的には測定により求めた平均結晶粒径から請求項の範囲の上限および下限の大きさの篩を用いて粉末を篩分け、その範囲に残った粉末はすべて、その範囲の粒径をもったものと定義した。しかし、粉末粒径が数μm程度になると、篩分けが難しく、粉末粒径の定義も曖昧である。そこで、篩のない粉末粒径はレーザー回折を用いた粒径測定により算出される値を粉末粒径とした。

【0027】次に本発明の粉末粒径の限定理由について説明する。

【0028】磁石粉末dが1.5D(D:平均結晶粒径)以下であることが望ましい理由は以下の通りである。すなわち、ボンド磁石は磁石粉末を磁場の方向に配向させるが、一つの磁石粉末の中に、基本的に一つだけ結晶粒があることが望ましい。二つ以上の結晶粒が存在すると、それぞれの容易磁化方向は同じになることはほとんどなく、粉末全体の異方性化は低下する。したがって、平均結晶粒径の1.5倍以上の粉末粒径では粉末の配向が十分にできなくなる。さらに、1.2D以下であれば平均結晶粒径にほぼ等しく容易磁化方向は一意的に決定される。

【0029】次にdが0.5D以上であることが望ましい理由について説明する。磁石粉末粒径が平均結晶粒径よりも小さければ、基本的に粉末は単結晶の状態になる。しかし、粉末粒径は大きい方が充填率は向上する。つまり、一つの粉末を2つに分割すると、分割前は充填率が100%であったものが、分割後は必ず二つの粉末の間に隙間が生じるので、充填率が低下してしまう。したがって、粉末粒径の下限も限定され、0.5D以上が好ましい。

【0030】以上のような範囲にあることが粉末の容易磁化方向と充填率の関係から望ましいが、すでに、述べたように充填率が向上する粉末の配置と容易磁化方向が同じになる配置とは異なるため、磁石全体の粉末粒径が上記の範囲にあるだけでは高性能化は困難である。そこで、上記範囲にある粉末、簡単のために大径粉末と略すが、この大径粉末の容易磁化方向がほぼ同一方向になるように粉末の配置を行う。この配置は当然充填率が最大となる配置とは異なるため、この大径粉末間に空隙が生じてしまう。この空隙に小径粉末、すなわち0.01D以上0.1D以下の粉末を配置することにより、充填率

の向上を図ることができる。この小径粉末が0.01Dよりも小さいと、この小径粉末自体の磁化が低下してしまい、磁場に対して十分な回転トルクが得られない。さらに、トルクを増加させるには0.04D以上が好ましい。また、0.1Dよりも大きい場合は、大径粉末の空隙に入ることができず、強制的に配置すると当然、大径粉末の配向を乱すことになり、その結果特性が大きく低下する。

【0031】上記の大径粉末の割合は50重量%以上80重量%以下が好ましい。50重量%よりも少ない場合は大径粉末が少ないために充填率の向上が図れない。さらに充填率を向上させるには70重量%以上が好ましい。また、この大径粉末が80重量%よりも多い場合は、大径粉末の空隙に入る小径粉末が少なく、大径粉末同士が接触しあい、配向を乱してしまう。

【0032】次に、小径粉末は5重量%以上20重量%以下が好ましい。5重量%よりも少ない場合、大径粉末の空隙にすべての小径粒子入ったとしても、さらに空隙が残っており、この空隙をなくすように配置すると配向が乱れてしまう。また、20重量%よりも多いと大径粉末の空隙に小径粉末を配置しても、小径粉末が残ってしまい、この粉末を強制的に配置すると、充填率の低下を招き、その結果、磁気特性が低下してしまう。

【0033】以上のような特徴を有する磁石粉末を用いてボンド磁石を製造するわけであるが、本発明は特にボンド磁石の製造方法に限定されることはない。

【0034】以下に主な異方性ボンド磁石を製造する方法について説明する。代表的な製造工程は以下の通りである。

- 【0035】(1) 磁石合金を作製する工程
- (2) 磁石合金を粉砕する工程
- (3) 樹脂と混合・混練する工程
- (4) 磁場中で成形する工程

まず、(1)の工程について説明する。ボンド磁石用の磁石粉末を得るには、まず、目的とする磁石合金を作製するのが一般的である。すでに、代表的な磁石の種類については述べたが、この工程で所望の組成の合金を作製する。作製方法としては一般的に高周波溶解やアーク溶解により合金を溶解・鑄造する。その後、必要に応じて熱処理等を施す。例えば、Sm-Co系は均質化処理と時効処理を、Sm-Fe-N系は窒素中で窒化処理を、また、Nd-Fe-B系はHDDR法として知られる水素処理を施したりする。いずれにしても、この工程で、磁石としての性質をもった合金を作製する。また、溶解・鑄造法の他に超急冷法、MA法、アトマイズ法等といった方法により合金を作製することもある。これらの方法で作製した合金は粉末の状態で得られるため、この工程である程度所望の大きさの粉末を得ることができる。以上のような製造方法が代表的であるが、特に本発明はこの工程に限定を受けることはない。

【0036】(2)の工程について説明する。この工程において(1)の工程で作製した合金または薄帯または粗粉末を所望の粉末粒径まで粉砕する。合金の組成や

(1)の合金の製造方法により、合金の平均結晶粒径は異なる。したがって、各々の平均結晶粒径に応じて粉末粒径を調整する。粉砕方法としては、ボールミル、振動ミル、ライカイ式粉砕機、破砕機、ジェットミル、ピンミル等を用いて行うが粉末が粉砕されれば特に粉砕方法には限定されない。また、粉末の表面の欠陥等を防ぐために、粉砕時に滑剤等を用いたり、酸化を防ぐために不活性ガス中や真空中で粉砕を施してもよい。すでに示したような粉砕機を用いて粉砕する場合、粉末粒径は粉砕時間が粉砕物の量などによって影響を受けるので、所望の粒径になるように条件を最適化させる。また、篩などを用いて粒度を調整してもよい。

【0037】次に(3)の工程について説明する。この工程で(2)で得られた磁石粉末と樹脂とを混合させ、さらに必要に応じて混練を施す。樹脂はすでに述べたように熱可塑性樹脂や熱硬化性樹脂などがあるが、次の(4)の工程に応じて選択する。樹脂の量も特に本発明では限定せず、成形方法により適宜決定することができる。また、必要に応じて潤滑剤や酸化防止剤などの添加物を加えてもよい。混合(または混練)方法は万能攪拌機、チルソネータまたはライカイ式混練機などを用いて行うが、本発明は特に装置などには限定されない。

【0038】(4)の工程について説明する。この工程で(3)で得られた混練物を磁場配向して成形する。成形方法としては、圧縮成形、射出成形、押出成形等がある。圧縮成形には室温で行うものや100~300℃の高温で行うものがある。また、成形時の雰囲気は大気で行うものや不活性ガス中で行い酸化等を防ぐものなどがある。本発明は特に成形方法には限定されない。また、粉末の配向方法としては加圧方向と磁場配向方向が垂直になるいわゆる横磁場成形、加圧方向と磁場配向が平行になる縦磁場成形、または径方向に粉末を配向させるラジアル配向成形などがあるが、配向方法にとくに限定されることはない。また、加圧方法として複数回加圧する方法などがあるが、加圧方法にも特に限定されない。また、熱硬化性樹脂を用いた場合はこの工程の後にキュアと呼ばれる樹脂を硬化させる工程が必要なこともある。この時の雰囲気も不活性ガス中や真空中などで行ってもよい。

【0039】以下、本発明の具体的実施例について説明する。

【0040】(実施例1)

Sm=24.5、Co=45.7、Fe=22.9、Cu=5.3、Zr=1.9重量%の組成となるように、高周波溶解炉を用いアルゴンガス雰囲気中で溶解・鑄造してインゴットを作製した。得られたインゴットを1150℃×24時間の容体化処理を、続いて800℃×5

時間の時効処理を施した。

【0041】得られたインゴットの平均結晶粒径を測定したところ $230\mu\text{m}$ であった。

【0042】その後、スタンプミル、アトライターで粉碎した。この粉末から $115\mu\text{m}$ より小さい粉末をアンダーカットした。次にその粉末を $150\sim 500\mu\text{m}$ の範囲でオーバーカットした。この粉末を粉末Aとする。また、アトライターを施した粉末の一部にボールミルを使用してさらに粉碎を施した。ボールミルを施した粉末の粒径は $5\mu\text{m}$ 以上 $20\mu\text{m}$ 以下の範囲にあった。この粉末を粉末Bとする。

【0043】粉末Aを80重量%、粉末Bを20重量%の割合で混合し、この粉末にエポキシ樹脂を2重量%添加し、混合・混練を行った。その後、 20kOe の磁場中で $10\text{ton}/\text{cm}^2$ の成形圧で圧縮成形し、 150°C 1時間のキュアを施し、ボンド磁石とした。

【0044】図1に粉末Aのオーバーカットの粉末粒径の大きさとボンド磁石のBrの関係を示す。図から明らかなように、 $1.5D(=345\mu\text{m})$ 以下で特性が向上しており、特に $1.2D(=276\mu\text{m})$ 以下では極めて特性が高い。

【0045】(実施例2) 実施例1で作製した粉末Aを $115\mu\text{m}$ 以上 $276\mu\text{m}$ 以下の範囲に粉末を調整した。この粉末を粉末Cとする。粉末Bを10重量%、粉末Cを20重量%から90重量%の範囲で混合した。なお、残りの粉末はそれ以外の粒度のものをを用いた。これらの混合粉末にエポキシ樹脂を2重量%添加し、混合・混練を行った。その後、 20kOe の磁場中で $10\text{ton}/\text{cm}^2$ の成形圧で圧縮成形し、 150°C 1時間のキュアを施し、ボンド磁石とした。

【0046】図2に粉末Cの混合量とボンド磁石のBrの関係を示す。混合量が50～80重量%でBrが高く、特に70～80重量%で極めて特性が高い。

【0047】(実施例3) 実施例1で作製したアトライター粉碎後の粉末をボールミルにより粉碎を施した。ボールミルの粉碎時間を変えることにより、 $1\sim 50\mu\text{m}$ *

*の範囲の粉末を得た。この粉末を $23\mu\text{m}$ でオーバーカットし、その粉末をさらに $1\sim 15\mu\text{m}$ の間でアンダーカットした。この粉末を粉末Dとする。粉末D20重量%と粉末Cを80重量%混合し、この混合粉末に、エポキシ樹脂を2重量%添加し、混合・混練を行った。その後、 20kOe の磁場中で $10\text{ton}/\text{cm}^2$ の成形圧で圧縮成形し、 150°C 1時間のキュアを施し、ボンド磁石とした。

【0048】図3にアンダーカットの粉末粒径とボンド磁石のBrの関係を示す。粉末粒径が $0.01D(=2.3\mu\text{m})$ 以上で特性が高く、特に $0.04D(=9.2\mu\text{m})$ 以上で極めて高い値を示していた。

【0049】(実施例4) 粉末Cを70重量%に粉末Bを1～30重量%混合し、残りの粉末はそれ以外の粒度のものをを用いた。これらの混合粉末にエポキシ樹脂を2重量%添加し、混合・混練を行った。その後、 20kOe の磁場中で $10\text{ton}/\text{cm}^2$ の成形圧で圧縮成形し、 150°C 1時間のキュアを施し、ボンド磁石とした。図2に粉末Bの混合量とボンド磁石のBrの関係を示す。混合量が5～20重量%でBrが高くなっていた。

【0050】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、異方性ボンド磁石において、充填率を向上させる粉末の配置と配向を向上させる粉末の配置を一致させることが可能となり、その結果、高いBr(残留磁束密度)を有する異方性ボンド磁石を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

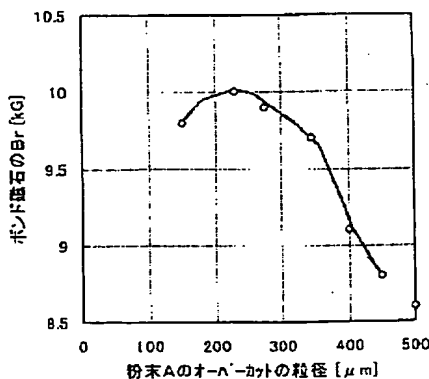
【図1】粉末Aのオーバーカットの粉末粒径とボンド磁石のBrの関係を示す図。

【図2】粉末Cの混合量とボンド磁石のBrの関係を示す図。

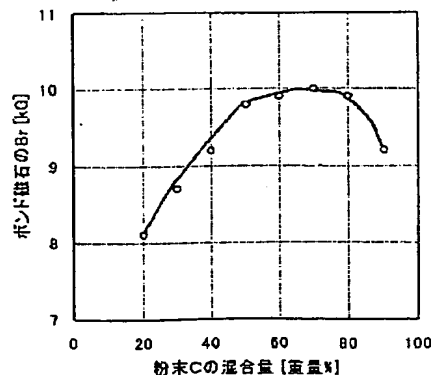
【図3】粉末Dのアンダーカットの粉末粒径とボンド磁石のBrの関係を示す図。

【図4】粉末Bの混合量とボンド磁石のBrの関係を示す図。

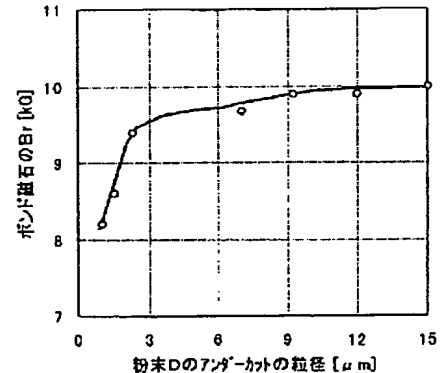
【図1】



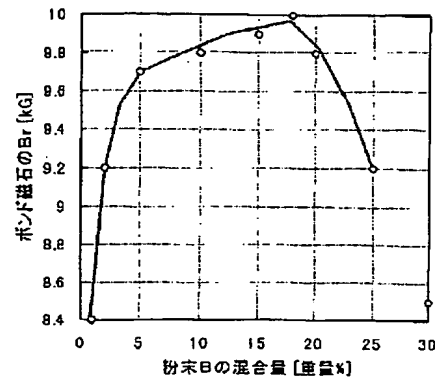
【図2】



【図3】



【図4】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.